

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月28日
November 28, 2002

出願番号
Application Number: 特願2002-345905

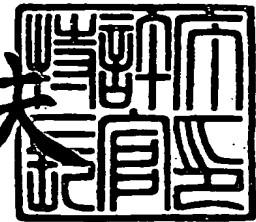
[ST. 10/C]: [JP 2002-345905]

出願人
Applicant(s): シャープ株式会社
Sharp Kabushiki Kaisha

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2003年7月30日
July 30, 2003

今井 康夫
Yasuo Imai



出証番号 出証特2003-3060713
Shutsu-sho No. Shutsu-sho-toku 2003-3060713

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月28日
Date of Application:

出願番号 特願2002-345905
Application Number:

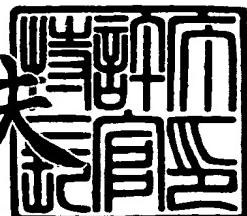
[ST. 10/C] : [JP2002-345905]

出願人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2003年 7月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 1021881

【提出日】 平成14年11月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/18

H01L 21/223

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

【氏名】 大渕 修三

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】**【識別番号】** 100096781**【弁理士】****【氏名又は名称】** 堀井 豊**【選任した代理人】****【識別番号】** 100098316**【弁理士】****【氏名又は名称】** 野田 久登**【選任した代理人】****【識別番号】** 100109162**【弁理士】****【氏名又は名称】** 酒井 將行**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 008693**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0208500**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 活性層を挟む一対のクラッド層を有する半導体レーザ素子であつて、該クラッド層の内少なくとも一方のクラッド層において、該クラッド層内のドーパントを除く組成が該クラッド層の全領域で同一であり、かつストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分を有することを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項 2】 ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分が、チャネル部または電流狭窄部を形成することを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ素子。

【請求項 3】 ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分が、活性層を挟む両側で対向することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ素子。

【請求項 4】 クラッド層が内層と外層の 2 層に分けて形成される場合において、ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分が、活性層及び内層のクラッド層の両層を挟む両側で対向することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ素子。

【請求項 5】 ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分が、所定の温度におけるクラッド層への取込率および導伝型がそれぞれ異なる 2 以上のキャリア材料ガスを用い、かつクラッド層の結晶成長温度に温度分布を生じさせることにより形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項 6】 温度分布が、ストライプ状にレーザ照射することによって生じることを特徴とする請求項 5 に記載の半導体レーザ素子。

【請求項 7】 温度分布が、レーザ光を走査することによって生じることを特徴とする請求項 6 記載の半導体レーザ素子。

【請求項 8】 半導体レーザ素子中の全ての層が平坦であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、光ファイバ通信や、光計測システム、あるいは光ディスクなどの光情報処理に必要とされる半導体レーザ素子に関するものであり、特にチャネル部と電流狭窄部（すなわちチャネル構造）に特徴がある半導体レーザ素子に関する。

【0002】**【従来の技術】**

半導体レーザは、電流狭窄構造となるチャネル部を半導体内部に作りこむ必要がある。このような構造の1つにリッジ構造があるが、リッジ構造を作りこむ為にはウェハにストライプ状のパターンマスクを製作し、ドライエッチングかウェットエッチングによりリッジ構造部分の形成後、該エッチングのパターンマスクを除去する処理作業を行ない、その後電流狭窄部の結晶成長を行なう必要があった。しかも、この方法では、ウェットエッチングやドライエッチングを用いていたため、チャネル形成作業と再成長によるコスト上昇が避けられず、さらに各工程間での特性ばらつきや再成長による特性ばらつきが問題となっていた。

【0003】

また、上記とは別の構造でチャネル埋め込み型の構造があるが、これは電流狭窄層をストライプ状にエッチング処理し、その後チャネル部の再成長を行なうものであった。この場合も作業自体の流れはリッジ構造と同様であるため、上記と同様の問題が存した。

【0004】

また、他の構造としてイオン注入によりチャネルを作りこむ方法があるが、この構造においてもストライプ状のパターンマスクを製作し、イオンを注入する作業を行なうとともに、その後のパターンマスク除去処理作業が必要であった。しかも、この方法では、チャネル形成作業によるコスト上昇や、各工程でのばらつきによる特性ばらつきが生じるという問題があった。

【0005】

さらに、一部に傾斜をもつ基板を用いてチャネル部を形成する方法があるが、この構造においてもウェハにストライプ状のパターンマスクを製作し、基板をエッチング後、そのパターンマスクを除去する処理作業が必要であった。しかも、この方法では、再成長の必要はないものの作業によるコスト上昇や各工程でのばらつきの増加は避けられなかった。さらに、この構造ではレーザチップの結晶成長面が平坦ではなく、実装の際、レーザ光の傾きを補正する必要があるため実装が難しくなるという問題があった（特許文献1、特許文献2参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開平7-263796号公報

【0007】

【特許文献2】

特開平10-107383号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記のような現状に鑑みなされたものであってその目的とすることは、チャネル構造を形成するチャネル部と電流狭窄部を極めて容易に製造することができ、その製造にかかるコストを大幅に低減することができるとともに、電気的特性や光学的特性が良好で信頼性の高い半導体レーザ素子を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の半導体レーザ素子は、活性層を挟む一対のクラッド層を有する半導体レーザ素子であって、該クラッド層の内少なくとも一方のクラッド層において、該クラッド層内のドーパントを除く組成が該クラッド層の全領域で同一であり、かつストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分を有することを特徴としている。

【0010】

また、ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、チャネル部または電流

狭窄部を形成することを特徴としている。

【0011】

また、ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、活性層を挟む両側で対向することを特徴としている。

【0012】

また、上記クラッド層が内層と外層の2層に分けて形成される場合において、ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、活性層及び内層のクラッド層の両層を挟む両側で対向することを特徴としている。

【0013】

また、ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、所定の温度におけるクラッド層への取込率および導伝型がそれぞれ異なる2以上のキャリア材料ガスを用い、かつクラッド層の結晶成長温度に温度分布を生じさせることにより形成されることを特徴としている。

【0014】

一方、上記温度分布は、ストライプ状にレーザ照射することによって生じることを特徴としている。

【0015】

また、上記温度分布は、レーザ光を走査することによって生じることを特徴としている。

【0016】

さらに、本発明の半導体レーザ素子は、半導体レーザ素子中の全ての層が平坦であることを特徴としている。

【0017】

このような本発明の半導体レーザ素子は、結晶成長温度によるキャリア材料ガスの取込率の違いを利用し、1回の結晶成長で上記のような半導体レーザ素子構造を作り込むことができ、チャネル部や電流狭窄部を作り込むためのパターンマスクの作成やエッチングを全く必要としないため、コストや特性ばらつきの低減が可能となる。また、半導体レーザ素子を構成する各層が平坦であるため実装の際の取り扱いも容易である。

【0018】**【発明の実施の形態】****<基本構造>**

本発明の半導体レーザ素子は、たとえば図1に示されているように基板101上に活性層103を挟む一対のクラッド層（nクラッド層102、pクラッド層104）を積層させた積層構造を基本構造とする。ここで、基板としては、半導体レーザ素子の基板として知られるものであればいずれのものも用いることができる。たとえば、GaAs、AlGaInP、GaP、GaInP、InP、GaAsP、GaN、Si、SiC、サファイア基板等を挙げることができる。また、これらの基板は、各種のドーパントを含有することもできる。一方、活性層は、レーザ光を誘導放出し、かつ外部へ放射する導波路を形成する領域であって、多重量子井戸構造を有するものであっても良い。このような活性層としては、従来公知の活性層であれば特に限定なく採用することができ、後述の一対のクラッド層に挟まれた構造で積層されるものである。なお、本発明の半導体レーザ素子は、基板および上述の各層を基本構造とするものであるが、これ以外の層が積層されていても良く、本発明の範囲を逸脱するものではない。このような層としては、たとえばn半導体層、p半導体層、コンタクト層、絶縁層、各種電極等が挙げられる。また、本発明の半導体レーザ素子は、該素子中の全ての層が平坦であることを特徴としている。ここで平坦とは、半導体レーザの結晶成長側の表面にて0.5μm以上の凹凸または段差がないことをいう。これにより、実装の際の取り扱いが極めて容易となる。

【0019】**<クラッド層>**

本発明のクラッド層は、上記活性層を挟み込み、キャリアおよび光を閉じ込める作用を有する一対の半導体層である。本発明においては、該クラッド層の内少なくとも一方のクラッド層において、該クラッド層内のドーパントを除く組成が該クラッド層の全領域で同一であり、かつストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分を有することを特徴としている。ドーパントを除く組成が該クラッド層の全領域で同一であることから、本発明のクラッド層は極めて簡易に形成すること

ができるという特徴を有したものとなる。なお、該クラッド層は、所望により内層と外層に分けて形成することができる。

【0020】

<ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分>

本発明のストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、上記のクラッド層内に形成される。このようなストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、所望により2以上の部分として形成することもできる。ここで、導伝型が隣接部と異なるとは、たとえばストライプ状の部分に隣接する部分がn型であれば、該ストライプ状の部分はp型であることをいい、逆にその隣接部分の導伝型がp型であれば該ストライプ状の部分はn型になることをいう。一方、ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、チャネル部や電流狭窄部（いわゆるチャネル構造）を形成するものであるとともに、好ましくは活性層を挟む両側で対向したものとすることができる。また、上記のようにクラッド層が内層と外層に分けて形成される場合には、活性層及び内層のクラッド層の両層を挟む両側で対向するように形成することができる。このようなストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分をクラッド層内に形成することにより、電流狭窄部のキャリア濃度の許容範囲が広くなり製作し易いというメリットがあり、特に該部分を上述のように対向して形成させると電流狭窄部のキャリア濃度の許容範囲が狭くなり作成が難しくなるものの、レーザの動作電流値を低く抑えることができるというメリットがある。

【0021】

一方、このようなストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分は、所定の温度におけるクラッド層への取込率および導伝型がそれぞれ異なる2以上のキャリア材料ガスを用い、かつクラッド層の結晶成長温度に温度分布を生じさせることにより形成することができる。そして、上記温度分布は、ストライプ状にレーザ照射することによって生じさせることができ、好ましくはレーザ光を走査することによって生じさせることができる。これにより、パターン形成工程を一切必要とせず、一回の結晶成長過程でチャネル部または電流狭窄部を形成することができることとなるので、製造コストを大幅に低廉化できるとともに半導体特性の製品間のばらつきを抑えることができる。

【0022】**【実施例】**

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0023】**<実施例1>**

本実施例を図1に基づいて説明する。図1 (a) ~ (c) は、結晶成長時の半導体レーザ素子の積層構造を示す斜視図であり、基板101、nクラッド層102、活性層103、pクラッド層104（内側のクラッド層）、電流狭窄部105、p半導体層106、チャネル部（電流通路）を構成するストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107をそれぞれ示している。

【0024】

基板101は、Siドープ($2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)したn型のGaAsであり、この基板上に半導体レーザ素子の各層の結晶成長を行なった。結晶成長の温度は600~800°C程度とした。nクラッド層102は、トリメチルガリウム(TMG)、アルシンおよびトリメチルアルミニウム(TMA)を用い、さらにキャリア材料ガスとしてH₂Seを用いてキャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度のn型としたAl_XGa_{1-X}As (X=0.5)層を1μm程度の厚さに積層させた。活性層103は、トリメチルガリウム(TMG)、アルシンおよびトリメチルアルミニウム(TMA)を用い、ノンドープのAl_XGa_{1-X}As (X=0.14)層として80nm程度の厚さ（多重量子井戸構造でも可）に積層させた。pクラッド層104は、トリメチルガリウム(TMG)、アルシンおよびトリメチルアルミニウム(TMA)を用い、V/I II比=30としてC（カーボン）ドープを行ない、キャリア濃度 $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度のp型としたAl_XGa_{1-X}As (X=0.5)層を0.3μm程度の厚さに成長させた（図1 (a)）。

【0025】

一方、電流狭窄部105は、pクラッド層104と同様にトリメチルガリウム(TMG)、アルシンおよびトリメチルアルミニウム(TMA)を用い、pクラッド層104と同一組成のAl_XGa_{1-X}As (X=0.5)層で1.2μm程度

の厚さとなるように、pクラッド層104と同じV/I II比=30の成長条件にキャリア材料ガスH₂Seを供給しながら結晶成長を行なった。この時、チャネル部（ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107）状にレーザ光を走査しながら照射することによって、部分的に基板（pクラッド層104）を加熱してp型部分を形成させた（図1（b））。

【0026】

ここで、電流狭窄部105の成長条件についてさらに詳しく説明する。まず、V/I II比を30としてエピタキシャル成長を行うことで低温成長部分のキャリア濃度はp型とすることができるが、このときのp型として働くキャリアは上記TMGに由来するC（カーボン）である。図3に示したようにCドープでは成長温度が上がるに従いp型のキャリア濃度が高くなる特性がある（なお、図3は縦軸をキャリア濃度、横軸を結晶成長温度とし、両者の関係を表わしたグラフである。）。また、電流狭窄部成長時に供給するキャリア材料ガスH₂Seは、図5に示したように成長温度が高くなるに従いn型のキャリア濃度が低くなる特性を有する（なお、図5は縦軸をキャリア濃度、横軸を結晶成長温度とし、両者の関係を表わしたグラフである。）。これらの性質から、チャネル部と電流狭窄部に温度差、すなわち温度分布をつけて結晶成長を行うことでp型とn型を作り分けることができる。したがって、電流狭窄部105ではキャリア濃度1×10¹⁸cm⁻³程度のn型となる温度で結晶成長を行ないながら、レーザ照射によりチャネル部（ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107）の温度を10～100℃上げることで、キャリア濃度1×10¹⁸cm⁻³程度のp型部分を作り込むことができた。これにより、ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107を同時につくることができた。

【0027】

そして、続いてトリメチルガリウム（TMG）およびアルシンを用い、p半導体層106としてpGaAs層を成長させた後、一連の結晶成長を全て終了することによって、図1（c）に示した本発明の半導体レーザ素子を製造した。

【0028】

<実施例2>

実施例1では、レーザ照射部分がp型となる例を説明したが、p型のキャリア材料ガスとして図4に示したDMZ（ジメチルジンク）、n型のキャリア材料ガスとして図6に示したSiH₄または図7に示したGeH₄を用いることにより、レーザ照射部をn型とすることができた。なお、図4、図6および図7は、それぞれ縦軸をキャリア濃度、横軸を結晶成長温度とし、両者の関係を表わしたグラフである。

【0029】

<実施例3>

本実施例を図2に基づいて説明する。図2(a)～(c)は、結晶成長時の半導体レーザ素子の積層構造を示す斜視図であり、基板101、nクラッド層102、活性層103、pクラッド層104（内側のクラッド層）、電流狭窄部105、205、p半導体層106、チャネル部（電流通路）を構成するストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107、207をそれぞれ示している。

【0030】

本実施例では、原材料としてSiドープ($2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$)したn型のGaAs基板101、アルシン、トリメチルガリウム(TMГ)、トリメチルアルミニウム(TMA)を用い、nクラッド層102の結晶成長時に実施例1のチャネル部（ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107）の成長に用いた方法を応用し、チャネル部（ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107）に対向する以外の部分（すなわち電流狭窄部205）にレーザ光を照射し、キャリア濃度をn型もしくはp型の $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下にした。この時、チャネル部（ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107）に対向する部分（すなわちチャネル部を構成するストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分207）は、レーザ照射せず温度が低い状態とし、キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度のn型となるような温度設定とし、nクラッド層102の成長を行なった。また、nクラッド層102内の電流狭窄層部205は実施例1と同じ条件で成長させた（図2(a)）。なお、キャリア材料ガスとしては、H₂Seを用いた。

【0031】

その後、このnクラッド層102上に、活性層103、pクラッド層104、

電流狭窄部105、チャネル部（ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分107）およびp半導体層106を実施例1と同じ方法で積層させることにより（図2（b）、図2（c）に示した半導体レーザ素子を製造した。このようにして得られた半導体レーザ素子は、低キャリア濃度部分の抵抗が高くなるためチャネル部として設定した幅程度にしか電流広がりは起こらず効率の高いレーザを作成することができた。

【0032】

なお、上記のnクラッド層102の結晶成長時のチャネル部（ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分207）にレーザ光を照射することも可能であった。また、レーザ光の照射や結晶成長温度を調節することにより、活性層103の下側にキャリア濃度が均一なクラッド層（活性層の上側の104層（内側のクラッド層）に相当）を設けることも可能であった。

【0033】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

【0034】

【発明の効果】

本発明の半導体レーザ素子は、結晶成長温度によるキャリア材料ガスのクラッド層への取込率の違いを利用し、結晶成長中のクラッド層内においてキャリア濃度を変えることにより、パターン形成工程（パターンマスク形成やエッチング処理およびパターンマスク除去処理等）を必要とせずチャネル部と電流狭窄部とを簡易に形成することができる。また、かかるチャネル部と電流狭窄部の形成は、1回の結晶成長過程において行なうことができるため、製造効率を大幅に向上できるとともに電気的特性や光学的特性等の種々の半導体特性を向上させることができ、また製品間の特性ばらつきを抑止することができる。また、pクラッド層およびnクラッド層の両層に電流狭窄部を形成させることにより、高い効率が得られ、低電流化、高出力化にも対応できる。さらに、本発明の半導体レーザ素子

は、光集積回路にも応用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 結晶成長時の半導体レーザ素子の積層構造を示す斜視図である。

(a) はpクラッド層までを積層させた状態、(b) はレーザ光を照射してチャネル部および電流狭窄部を形成している状態、(c) は完成した状態をそれぞれ示す。

【図2】 結晶成長時の半導体レーザ素子の別の積層構造を示す斜視図である。(a) はnクラッド層にレーザ光を照射してチャネル部および電流狭窄部を形成している状態、(b) はpクラッド層にレーザ光を照射してチャネル部および電流狭窄部を形成している状態、(c) は完成した状態をそれぞれ示す。

【図3】 C(カーボン)ドープのキャリア濃度と結晶成長温度との関係を示したグラフである。

【図4】 Znドープのキャリア濃度と結晶成長温度との関係を示したグラフである。

【図5】 H₂Seドープのキャリア濃度と結晶成長温度との関係を示したグラフである。

【図6】 SiH₄ドープのキャリア濃度と結晶成長温度との関係を示したグラフである。

【図7】 GeH₄ドープのキャリア濃度と結晶成長温度との関係を示したグラフである。

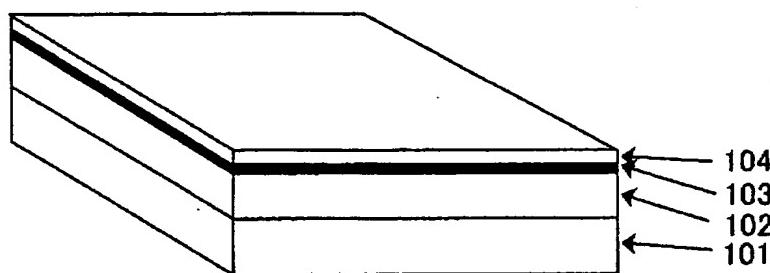
【符号の説明】

101 基板、102 nクラッド層、103 活性層、104 pクラッド層、105, 205 電流狭窄部、106 p半導体層、107, 207 ストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分。

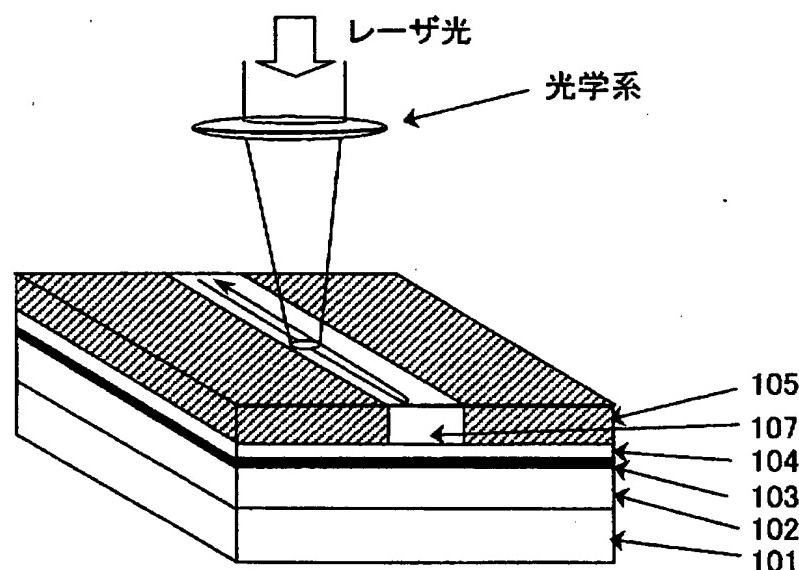
【書類名】 図面

【図1】

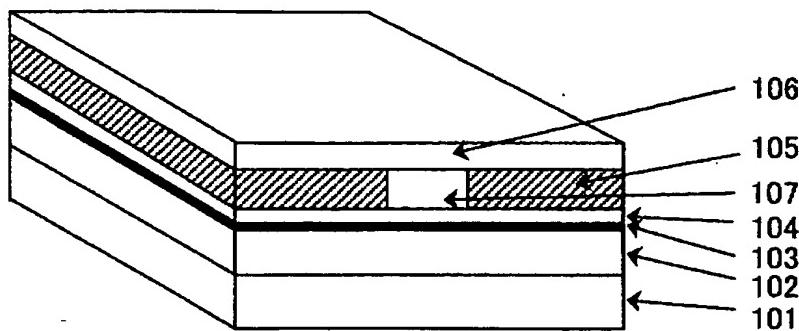
(a)



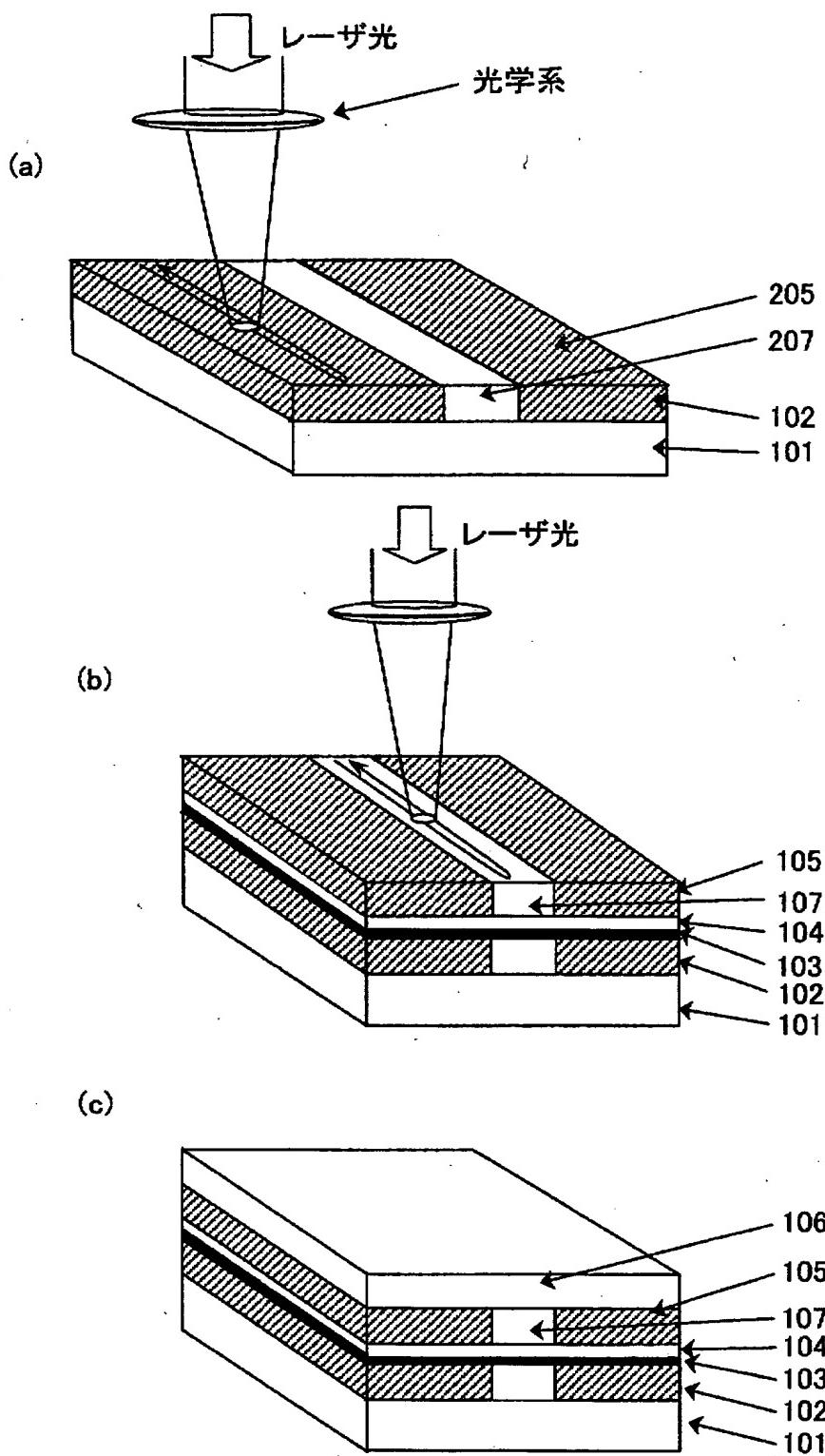
(b)



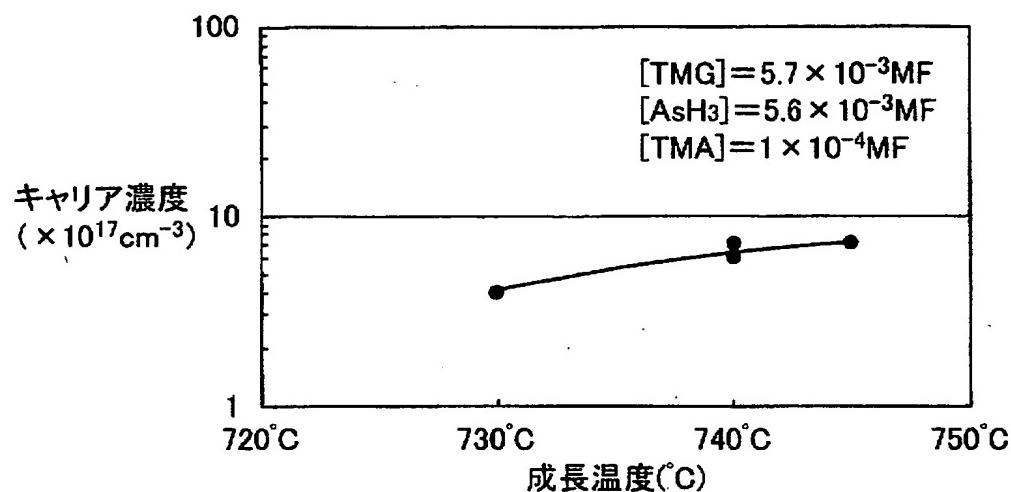
(c)



【図2】

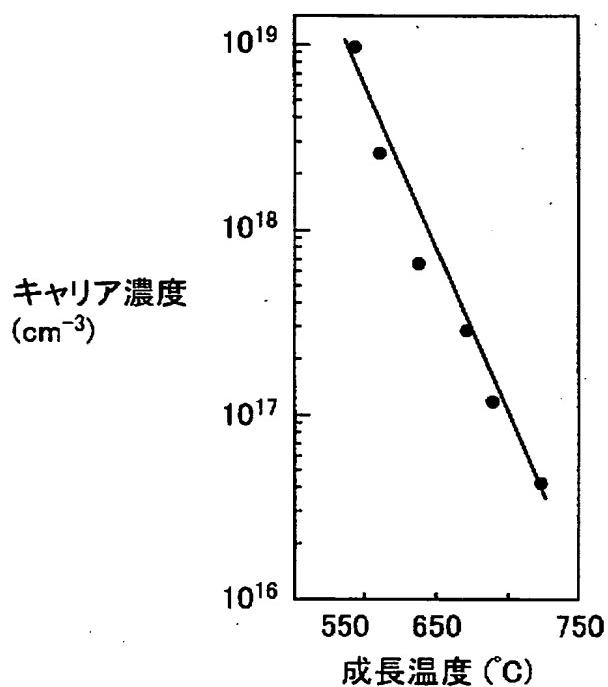


【図3】



Cドープのキャリア濃度と結晶成長温度との関係

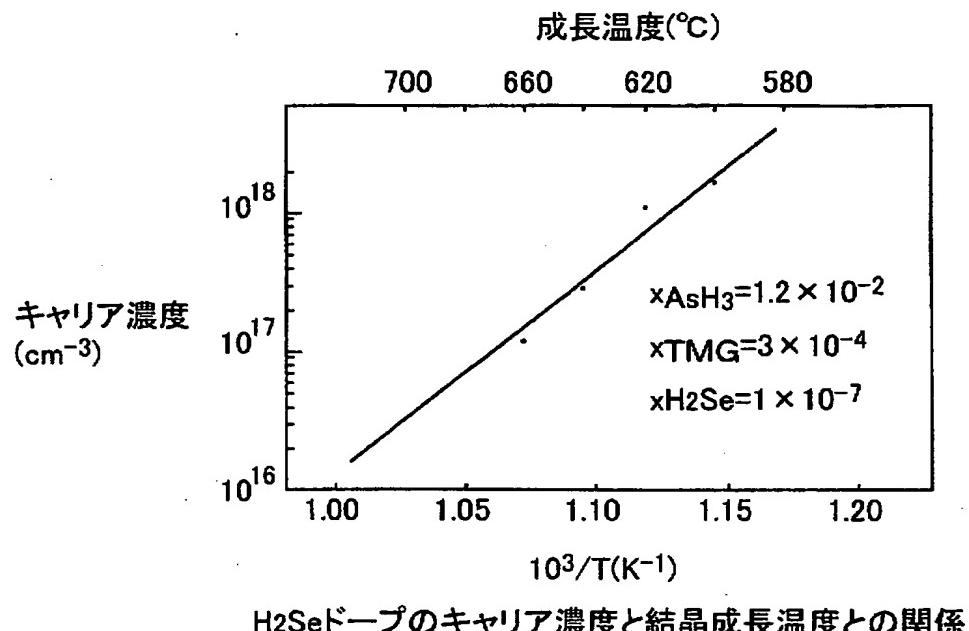
【図4】



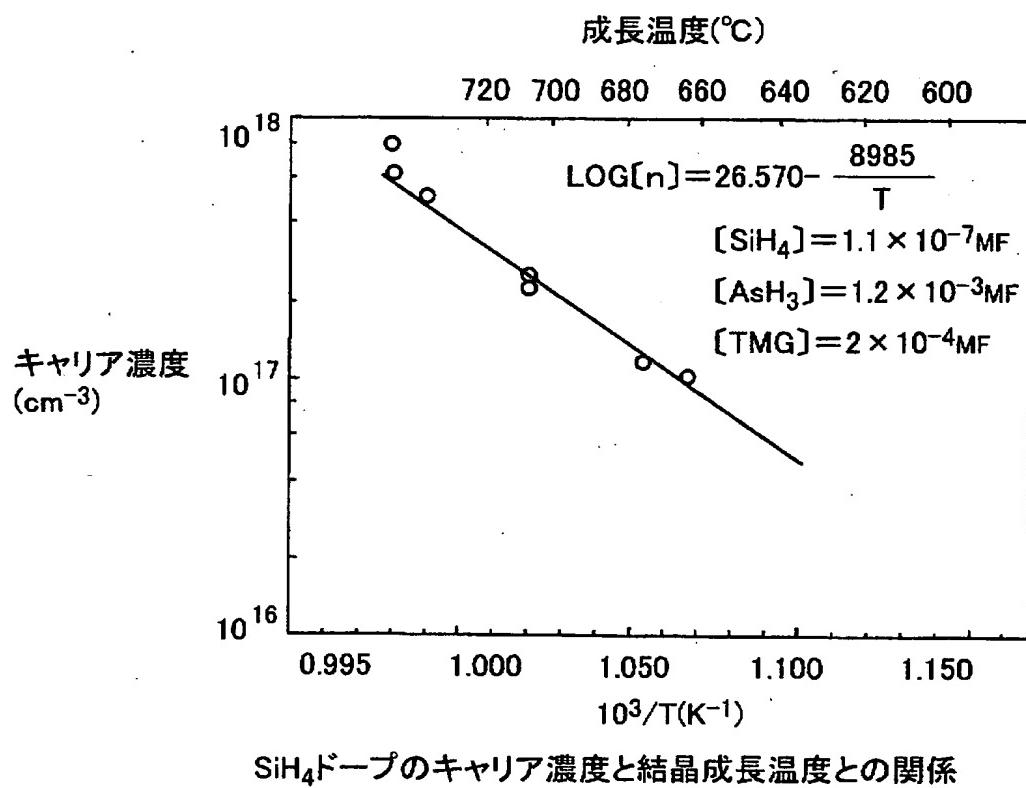
690°C成長, TMG = 2×10^{-4}
 AsH₃ = 12×10^{-4} , DMZ = 2×10^{-7}
 MF

Znドープのキャリア濃度と結晶成長温度との関係

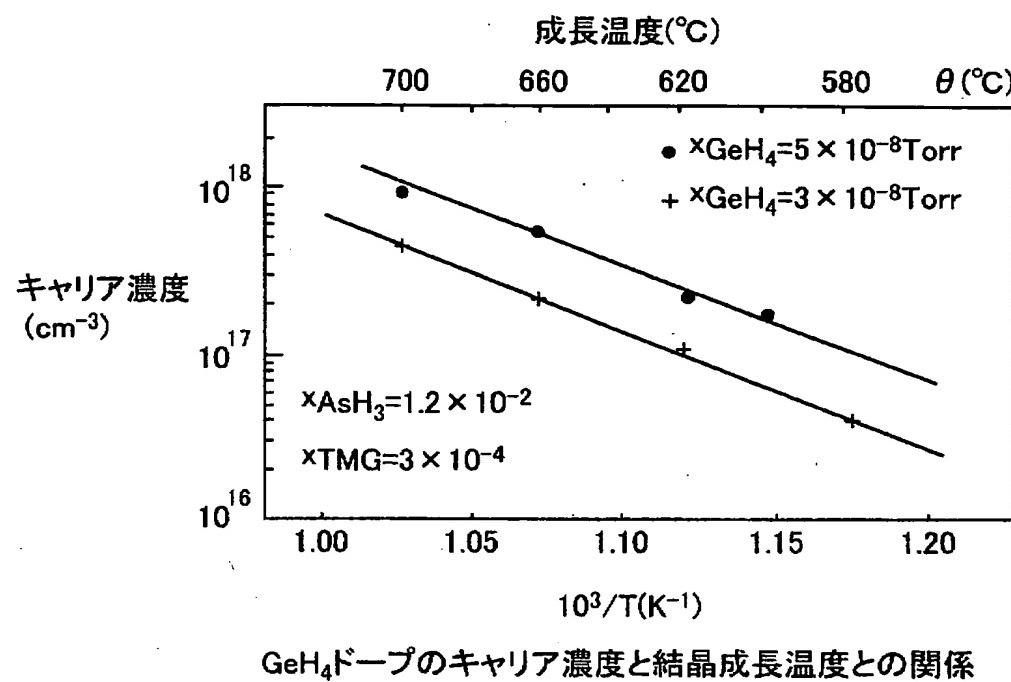
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、チャネル構造を形成するチャネル部と電流狭窄部を極めて容易に製造することができ、その製造にかかるコストを大幅に低減することができるとともに、電気的特性や光学的特性が良好で信頼性の高い半導体レーザ素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明の半導体レーザ素子は、活性層を挟む一対のクラッド層を有する半導体レーザ素子であって、該クラッド層の内少なくとも一方のクラッド層において、該クラッド層内のドーパントを除く組成が該クラッド層の全領域で同一であり、かつストライプ状に導伝型が隣接部と異なる部分を有することを特徴としている。

【選択図】 図 1

特願 2002-345905

出願人履歴情報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
氏 名 シャープ株式会社